



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO  
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

# VÝVOJOVÉ TRENDY PŘEVODOVÝCH ÚSTROJÍ AUTOMOBILŮ

DEVELOPMENTS OF CAR DRIVE TRAIN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ HEBNAR

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. ZDENĚK KAPLAN, CSc.

BRNO 2011

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automobilního a dopravního inženýrství

Akademický rok: 2010/2011

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Tomáš Hebnar

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Vývojové trendy převodových ústrojí automobilů**

v anglickém jazyce:

#### **Developments of Car Drive Train**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vypracujte závěrečnou bakalářskou práci na téma vývojové trendy v konstrukci rozjezdových spojek automobilů. Práce bude obsahovat:

- Úvod do problematiky
- Rozdělení spojek
- Aplikace elektroniky ve stavbě spojek
- Očekávané přínosy některých výrobců spojek
- Příklady moderních provedení spojek
- Závěr a zhodnocení závěrečné bakalářské práce.

Cíle bakalářské práce:

Cílem závěrečné bakalářské práce je vytvořit ucelený přehled moderních trendů vývoje převodových ústrojí automobilů v oblasti rozjezdových spojek.

Seznam odborné literatury:

Kaplan: Převodná ústrojí

Bosch: Automotive Handbook

Alfred Preukschat: Fahrwerktechnik - Antriebsarten

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Zdeněk Kaplan, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

V Brně, dne 10.11.2010

L.S.

---

prof. Ing. Václav Pištěk, DrSc.  
Ředitel ústavu

---

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty



## **ABSTRAKT**

Práce se zabývá spojkami, jež jsou nedílnou součástí převodového ústrojí automobilů, popisuje rozdělení spojek a uvádí příklady moderního provedení.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Spojky, třecí, kotoučová, lamelová, membránová, pružina, obložení, kotouč, odstředivá, hydrodynamická.

## **ABSTRACT**

This work is focused on clutches, which are an integral part of car drive train, it describes the distribution of clutches and gives examples of modern design.

## **KEYWORDS**

Clutches, friction, circular, multi-plate, diaphragm, spring, lining, disc, centrifugal, hydrodynamics.



## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HEBNAR, T. *Vývojové trendy převodových ústrojí automobilů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 38 s. Vedoucí diplomové práce doc. ing. Zdeněk Kaplan, CSc.



## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. ing. Zdeňka Kaplana, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 27. května 2011

.....

Tomáš Hebnar



## PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé práce doc. ing. Zdeňku Kaplanovi, CSc. za vedení mé práce a vítané rady. Rád bych také poděkoval mým rodičům a mým přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.



## OBSAH

Úvod .....	9
1 Spojky .....	10
2 Rozjezdové spojky .....	11
2.1 Mechanické třecí kotoučové rozjezdové spojky .....	11
2.1.1 Typy suchých třecích kotoučových spojek .....	13
2.1.2 Obložení spojkových kotoučů .....	16
2.1.3 Vypínací mechanismy .....	19
2.2 Lamelové spojky .....	21
2.3 Automatické spojky .....	23
2.3.1 Odstředivé spojky .....	24
2.3.2 Hydrodynamické spojky .....	25
2.3.3 Elektromagnetické spojky .....	26
2.4 Volnoběžky .....	27
3 Aplikace elektroniky .....	29
3.1 EKM .....	29
3.2 VW Ecomatic .....	30
4 Moderní provedení spojek .....	31
4.1 Spojky EXEDY .....	31
4.2 Spojky Sachs .....	32
4.3 DSG .....	33
Závěr .....	35
Použité informační zdroje .....	36
Seznam použitých zkratk a symbolů .....	38





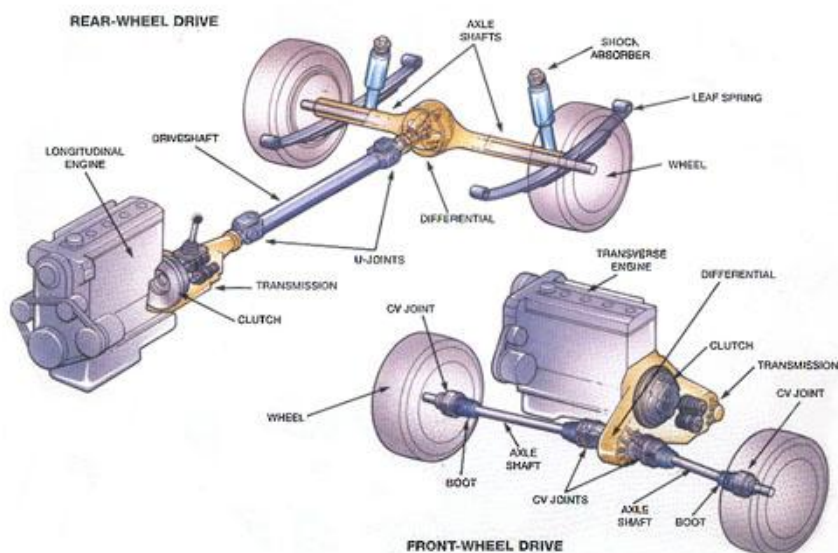
## ÚVOD

Převodová (převodná) ústrojí se souhrnně nazývají všechny části motorových vozidel, které spojují pohonnou jednotku s hnanými nápravami vozidla. Zprostředkovávají tedy přenos točivého momentu mezi motorem a hnanými koly. Umožňují podle potřeby měnit velikost točivého momentu přenášeného na kola z motoru a také plynule zvětšit, plynule zmenšit, úplně přerušit nebo změnit smysl otáčení hnaných kol. Druhy převodových ústrojí rozeznáváme podle způsobu přenosu točivého momentu:

- spojky
- převodovky
- spojovací a kloubové hřídele
- rozvodovky

Systém uspořádání převodového ústrojí se liší podle použité konstrukce výrobcem a dle požadavků kladených na osobní automobily. Malé osobní automobily mívají většinou nejjednodušší uspořádání převodového ústrojí. Nejčastější způsob konstrukce převodového ústrojí je uspořádání do bloků. Dělení převodového ústrojí (Obr. 1.1) je prováděno na základě pohonu náprav:[2]

- pohon předních kol
- s motorem umístěným uprostřed
- pohon zadních kol
- transaxle
- pohon všech kol



Obr. 1.1 Ilustrace převodových ústrojí, Russell von Sauers [4]



# 1 SPOJKY

Má práce se má zabývat konstrukcí spojek osobních automobilů. Proto se budu nadále věnovat jediné části převodových ústrojí a to spojkám.

Spojky slouží k přenosu točivého momentu z motoru na další části převodového ústrojí, umožňují také krátkodobé přerušení přenosu momentu. Toto přerušení umožňuje řazení rychlostních stupňů anebo krátkodobé stání při běžícím motoru. Spojky také zajišťují plynulý rozjezd vozidla, který je docílen pozvolným zapínáním spojky využívajícím vzájemného prokluzování kotoučů spojky.[1]

Dělení spojek lze učinit dle několika kritérií a to:[1]

Podle funkce:

- směrové
- řadící
- rozjezdové

Podle konstrukce:

- kotoučové
- lamelové

Podle způsobu ovládání:

- mechanické
- automatické

Dále se budu věnovat rozjezdovým spojkám osobních automobilů a to mechanickým i automatickým.



## 2 ROZJEZDOVÉ SPOJKY

Úkolem spojky u motorových vozidel je spojení klikové hřídele motoru a vstupní hřídele převodovky. Zajišťuje také smazání rozdílů v nesouososti těchto hřídelí. Na konstrukci spojek jsou kladeny požadavky na konstrukci a způsob samotného provedení.[3]

Jeden z hlavních požadavků je plynulý rozjezd vozidla. Nesmí docházet ke zbytečnému prokluzu spojky a ani ke škvábání vozidla během rozjíždění. Rozjezd vozidla umožňuje pozvolné přitlačování kotoučů spojky a jejich vzájemný prokluz dokud nenastane úplné sepnutí spojkového mechanismu. Dále je potřeba aby spojka byla schopna přenést větší moment než je maximální točivý moment motoru, zhruba o 15-25%, toto je nutné například během vyprošťování uvíznutého vozidla. [3]

Mezi požadavky také náleží ovládání spojky malými silami. Toto je odůvodněno skutečností, že spojku musí být schopen ovládat kdokoli. Samotné rozpojení spojky je provedeno sešlápnutím spojkového pedálu v kabině řidiče. Síla tlačící na pedál je mechanismy přenášena na spojku a ta se rozpojí a umožní řazení rychlostních stupňů během jízdy anebo krátkodobé stání, například na křižovatce. Předpisy stanovují maximální ovládací sílu spojky do 150 N. [1],[3]

Spojky na sebe také berou roli tlumiče torzních kmitů motoru a někdy jsou použity jako ochrana proti přetížení. Všechny spojky mají hnací a hnanou část. Dle vzájemného silového působení hnané a hnací části rozlišujeme tři druhy spojek:[1]

- třecí - suché (jedno a vícekotoučové)
  - mokré (lamelové)
- Hydraulické (hydrodynamické)
- Elektromagnetické (s přitlačným kotoučem, práškové)

U osobních automobilů se v dnešní době nejvíce vyskytují suché třecí spojky. V případě použití hydrodynamické spojky se nejčastěji spojují moderní motory a hydraulické převodovky. U malých vozidel se můžeme také setkat i s odstředivými spojkami, proto se budu hlavně věnovat těmto konstrukcím rozjezdových spojek. Jelikož se v dnešní době v konstrukci automobilů nevyskytují elektromagnetické práškové spojky tak jim nebudu věnovat pozornost.

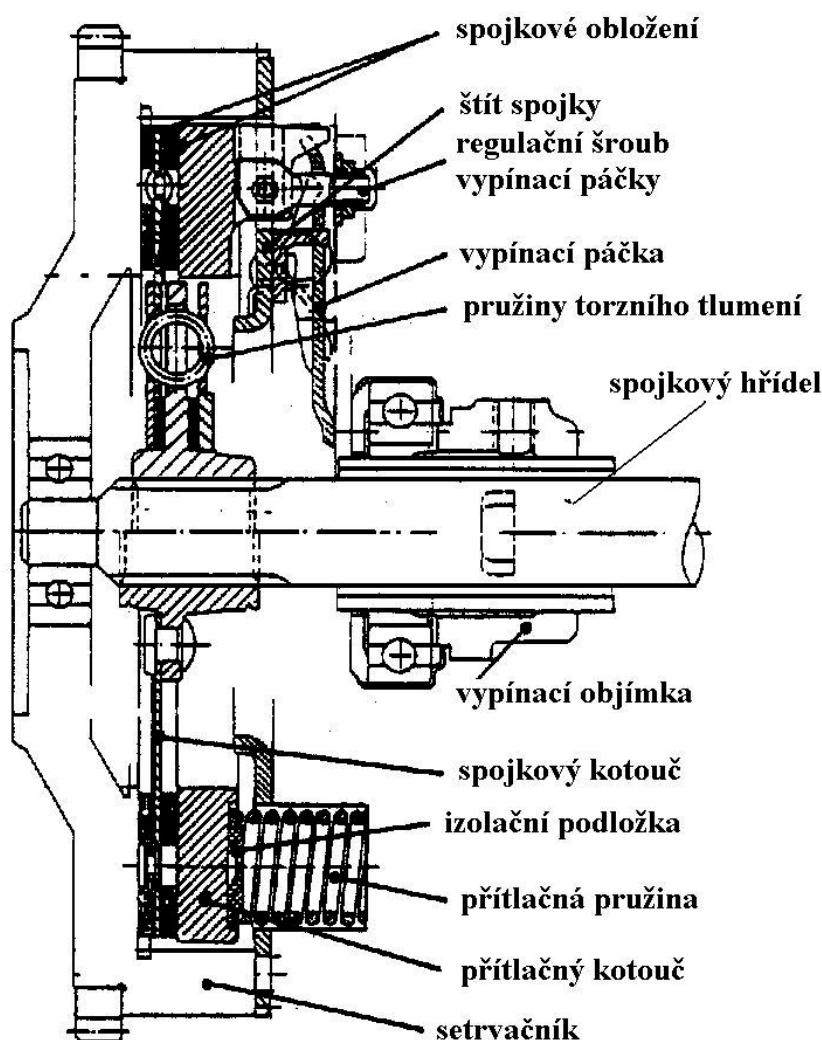
### 2.1 MECHANICKÉ TŘECÍ KOTOUČOVÉ ROZJEZDOVÉ SPOJKY

Mezi nejrozšířenější variantu spojek patří právě třecí suché kotoučové spojky. Jejich konstrukce má v dnešní době už vcelku ustálené provedení. Provedení jednotlivých spojek se liší v malých detailech anebo dle principu činnosti, hlavními částmi konstrukce třecích kotoučových spojek jsou:

- setrvačník
- štít spojky pevně spojený se setrvačníkem
- třecí spojkový kotouč, jehož hřídel je pevně spojen se vstupní hřídelí převodovky
- přitlačná pružina
- vypínací mechanismus



Kompletní mechanismus pracuje následovně. Pomocí pružiny je spojkový kotouč tlačěn na přítlačný kotouč, který je pomocí listových pružin spojen se štítem spojky. Štít spojky a setrvačnick jsou spojeny pomocí šroubů. Izolační podložky často vložené mezi přítlačný kotouč a pružiny zabráňují přenosu tepla z kotouče na pružiny. Zabráňuje se tak špatné funkci pružiny, kterou může právě ovlivnit přivedené teplo z kotouče. Spojkový a přítlačný kotouč se mohou pohybovat axiálními směry, to je nezbytné pro funkci spojky. Axiální posuv spojkovému kotouči umožňuje drážkování, jež je provedeno mezi nábojem kotouče a vstupní hřídelí převodovky, naopak přítlačný kotouč se pohybuje pomocí listových pružin. U spojek s vinutými pružinami jsou pomocí šroubů spojeny vypínací páčky s přítlačným kotoučem. Tyto šrouby slouží také jako seřizovací šrouby spojky. Stlačování přítlačné pružiny (vypínací páčky) je prováděno přes ložisko pomocí mechanismů. Tyto mechanismy jsou buď mechanické pákové anebo hydraulické. Štít spojky je přišroubován šrouby k setrvačnicku. [1]

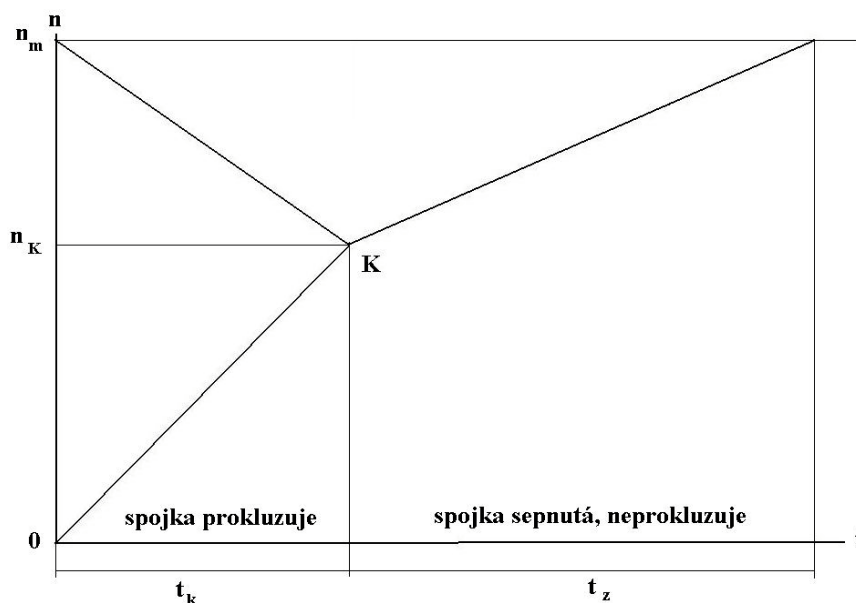


Obr. 2.1 Schéma třecí kotoučové spojky s vinutými pružinami [3]

Časový průběh otáček motoru během rozjezdu vozidla s třecí spojkou je znázorněn na Obr. 2.2. Předpokládáme, že během času  $t_k$  je točivý moment vyvíjený motorem konstantní.[1] Na počátku je spojka rozepnutá a nepřenáší žádný točivý moment a zároveň motor rozvíjí dostatečný moment  $M_m$  pro rozjezd vozidla, tudíž se klikový hřídel motoru točí relativně velkými otáčkami  $n_m$ . Vozidlo v tuto chvíli stojí a spojkový kotouč má nulovou úhlovou rychlost.

Vlastní rozjezd vozidla můžeme rozdělit do dvou fází. Během první fáze rozjezdu vozidla dochází k prokluzování spojky, které je zapříčiněno nestejnými otáčkami hnané ( $n_v$ ) a hnací ( $n_m$ ) části spojky přičemž na začátku rozjezdu je  $n_v$  rovno nule. Během této fáze se hnací část zpomaluje a větev  $n_m-K$  klesá, naopak hnaná část je urychlována a větev  $0-K$  roste. S prokluzováním kotoučů je spojeno zahřívání spojky, to způsobuje přeměna třecí práce na teplo. Sklon větve  $n_m-K$  z velké části ovlivňuje hmotnost setrvačníku. Čím nižší hmotnost setrvačníku, tím intenzivnější pokles větve a i menší otáčky  $n_K$ . Velikost spojkového momentu, nebo-li tvrdosti spojky ovlivňuje sklon větve  $0-K$ . Tvrdá spojka má za následek zkrácení doby prokluzu  $t_k$  a větší namáhání motoru a převodového ústrojí rázy.[3]

Druhá fáze již probíhá bez prokluzování spojky, oba kotouče spojky jsou vůči sobě pevně (nepohyblivě) spojeny přitlačnou a třecí silou. Doba této fáze  $t_z$  závisí na motorické síle vozidla (jak rychle je vozidlo schopno z těchto otáček zrychlovat na hodnotu otáček  $n_m$ ) a hmotnosti setrvačníku.[3]



Obr. 2.2 Časový průběh otáček během rozjezdu vozidla [3]

### 2.1.1 TYPY SUCHÝCH TŘECÍCH KOTOUČOVÝCH SPOJEK

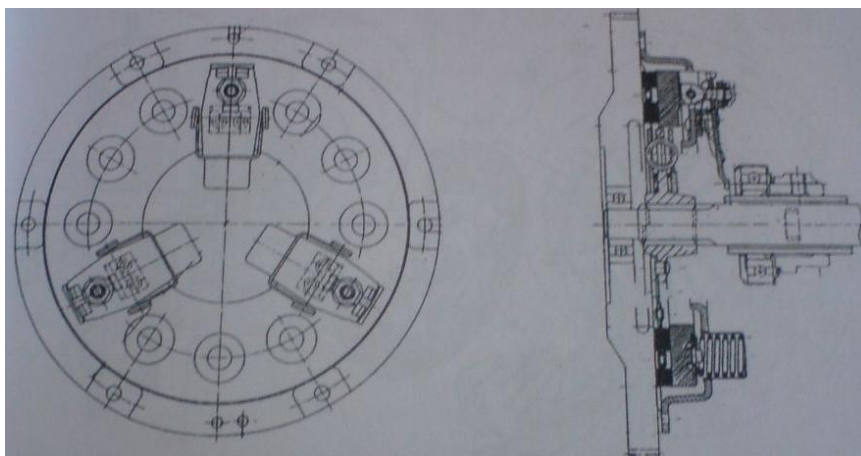
Podle typu použité přitlačné pružiny se tyto spojky dělí na:[1]

- spojky s vinutými pružinami
- spojky s talířovou pružinou
- spojky s membránovou pružinou



### SPOJKY S VINUTÝMI PRUŽINAMI

Tento typ spojek má nepříznivý průběh silové charakteristiky. Silová charakteristika je podmíněna přítlačnou silou, která lineárně klesá s opotřebením. Z tohoto důvodu se u nových spojek tohoto typu stanovuje vyšší přítlačná síla, aby i při plném opotřebení spojky byla zajištěna dostatečná rezerva přenosu točivého momentu. Také stoupá vypínací síla potřebná pro vypnutí spojky. V dnešní době se tohoto typu spojek příliš nevyužívá, hlavní využití můžeme nalézt v zemědělské technice.



*Obr. 2.3 Spojka s vinutými pružinami, Sachs-Fichtel [1]*

### SPOJKY S TALÍŘOVOU PRUŽINOU

Spojky s talířovou pružinou jsou také opatřeny páčkovým vypínacím mechanismem, avšak její silová charakteristika je mnohem výhodnější než v případě spojky s vinutými pružinami. Talířová pružina má i několik dalších výhod. Mezi ně patří jednoduchost a provozní funkčnost s velkou spolehlivostí. Díky použití talířové pružiny došlo také ke zmenšení potřebné ovládací síly na pedál a odpadá i seřizování pater pružin. Oba typy spojek (s vinutými pružinami a s talířovou pružinou) jsou plně záměnné.[6]



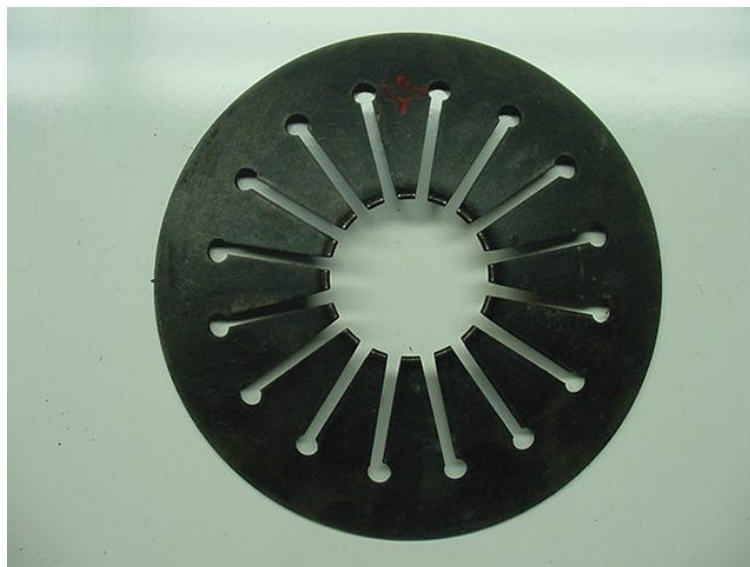
*Obr. 2.4 Talířová pružina [5]*





### SPOJKY S MEMBRÁNOVOU PRUŽINOU

V této konstrukci spojek se místo klasických vinutých pružin používají takzvané membránové pružiny. Jedná se o pružný kotouč vylisovaný z ocelového plechu do mírného kónusu. Radiální řezy v této pružině tvoří jazýčky. Vůle mezi těmito jazýčky usnadňuje axiální deformaci kotouče, který péroje. Zároveň tyto jazýčky pracují jako vypínací páčky.[7]



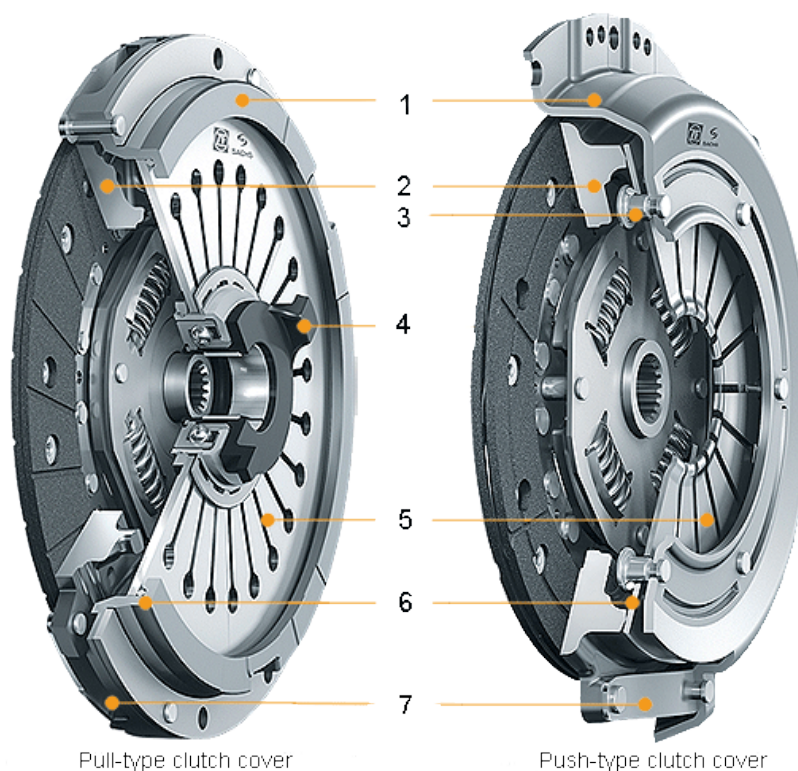
Obr. 2.5 Membránová pružina, BMW [8]

Membránové pružiny se v konstrukci rozjezdových spojek osobních automobilů používají od 70. let 20. století kvůli lepším vlastnostem. Pokud porovnáme silové charakteristiky membránové a vinuté pružiny (Obr. 2.6), můžeme spatřit i další výhodu tohoto typu spojek. Během postupného opotřebení spojkového obložení ( $2 \div 8$  mm) přítlačná síla membránové pružiny ztlačně roste a při plně opotřebovaném obložení je tato síla stejná jako u nového obložení. Naopak při montáži vinuté pružiny do spojek je potřeba myslet na předpětí, aby i po opotřebení byla zajištěna dostatečná přítlačná síla. [3]



Obr. 2.6 Silová charakteristika membránové a vinuté pružiny [3]

Dle způsobu vypínání membránové pružiny jsou spojky rozdělovány na tažné a tlačné (Obr. 2.7). Tlačné spojky se vypínají stlačováním membrány a tažné spojky při roztahování membrány. Tlačné spojky jsou více rozšířeny než tažné spojky protože tažné spojky mají menší přítlačnou sílu.



Obr. 2.8 Spojky s membránovou pružinou, tažná (vlevo), tlačná (vpravo), Sachs. 1-spojkový štít, 2-přítlačný kotouč, 3-zarážka, 4-uvolňující prvek, 5-membránová pružina, 6-osový kroužek, 7-listová pružina. [9]

### 2.1.2 OBLOŽENÍ SPOJKOVÝCH KOTOUČŮ

Na obložení spojkových kotoučů jsou kladeny vyšší nároky, než například na brzdové obložení. Tyto nároky vyplývají z použití obložení. Spojkové kotouče a spolu s nimi spojkové obložení rotují vysokými rychlostmi, tudíž zatíženy odstředivou silou, která zvyšuje napětí v obložení. Dále jsou třecí plochy vystaveny tahovému, ohybovému a smykovému napětí. Musejí tedy odpovídat následujícím požadavkům:

- dobrá mechanická pevnost
- odolnost proti opotřebení
- tepelná odolnost
- nízké opotřebení protilehlého třecího materiálu
- bezhlučný chod
- použitelnost v široké teplotní oblasti

Při konstrukci spojkového obložení je důležitým kritériem odolnost vůči praskání. Odolnost vůči praskání je závislá na průměru, na teplotních vlivech a na výrobním postupu spojkového





obložení. Konstrukčně je odolnost vůči praskání o stupeň bezpečnosti vyšší, než je maximální počet otáček, kterým je spojkové obložení vystaveno za normálních podmínek.

Teploty, které jsou ve spojce dosahovány, například během špatného zařazení rychlostního stupně, musí spojkové obložení naprosto bezproblémově vydržet. Na hmotnostní moment setrvačnosti má samozřejmě také vliv hmotnost celého obložení a tím se také ovlivňuje funkčnost převodovky a životnost synchronizace. „*Nejnovější vývoj proto vedl k obložení s redukovanou hmotností. Požadované pevnosti se přitom dosahuje prostřednictvím můstku na přínýťovaných místech.*“ [1] K odvodu otěru ze spojkového obložení slouží drážkování. Toto drážkování také zajišťuje lepší cirkulaci vzduchu potřebného k chlazení a také působí proti zanášení protilehlé třecí plochy. Podobnou funkci plní i duté nýty v obložení. [1]



Obr. 2.9 Spojkové obložení, Cosconline [10]

V dřívějších dobách bylo obložení vyráběno z dlouhovláknenného azbestu, zato většina dnešního obložení se je vyráběna z organických a anorganických materiálů. Stále častěji se používají bezazbestové náhradní materiály, jako například skleněná vlákna, uhlíková vlákna, vlákna aromatických polyamidů a minerální vlákna. Jako nosný a plnicí materiál slouží materiály: [1]

- baryt, kaolin, křemičitany a oxidy hliníku, které obložení zpevňují
- kovy, sulfidy kovů a oxidy kovů, které zlepšují procesy vulkanizace a tvrzení
- pryskyřice a bavlna, které garantují konstantní součinitel tření a redukci opotřebení
- pryskyřice sloužící jako spojovací prostředek a ovlivňující součinitel tření.

### LISOVANÁ OBLOŽENÍ

Tento typ obložení vzniká intenzivním smísením plnicí hmoty s náhradními látkami a jejich následným vytvrzením za tepla a pod tlakem ve formách. Tento výrobní postup je levný a výsledkem je stejnoměrné promísení vláken a plnicích komponent. Zajišťuje také konstantní vlastnosti obložení. Další výhodou je dostatečné mechanické obrobení takto vzniklých polotovarů. [1]



### TKANÁ OBLOŽENÍ

Jako základ je využívána dlouhovláknenná náhradní látka a z části také vlákna z cínu, mědi a mosazi. „Materiál je spřádán do vláken a ta jsou tkána do podoby sítí či do mřížových forem. Společně s plnicí hmotou jsou také tyto polotovary tvrzeny ve formách za vysokého tlaku a teploty.“ [1] Výhoda tohoto typu obložení spočívá hlavně v odolnosti vůči počtu otáček.



Obr. 2.10 Tkané spojkové obložení, Frenos Sauleda s.a. [11]

### VINUTÁ OBLOŽENÍ

V minulosti byl tento typ obložení vyráběn převážně z azbestu. Postup výroby spočíval v utkání příze z azbestových vláken a kovových vláken. Příze byla napuštěna plnicí hmotou a spirálovitě navinuta. Hlavními výhodami tohoto typu obložení jsou nízká hmotnost a vysoká odolnost vůči počtu otáček. [1]

### ANORGANICKÉ SPÉKANÉ OBLOŽENÍ

Tento typ obložení je převážně používán u silně teplotně namáhaných spojek. Podle hlavních součástí jsou rozlišovány směsi ze spékaného železa a spékaného bronz. Charakteristika obložení a součinitel tření je možno ovlivňovat na základě rozdílného podílu uhlíkové složky a oxidů hliníku, křemene, magnezitu, mullitu. Práškový materiál obložení je nejprve spečen a částečně stlačen ve formě poté je spečen pod tlakem a stlačen do konečného objemu. Takto vzniklé výrobky jsou montovány nebo nýťovány na kotouče, které nesou obložení. Pro vysoké teplotní zatížení, se používají keramické materiály, které jsou přidávány do spékané hmoty.[1]

Obvyklá hodnota součinitele tření organických obložení je v rozmezí  $0,26 \div 0,30$  a tepelná odolnost se pohybuje okolo  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Naopak součinitel tření u anorganického obložení dosahuje hodnoty až 0,5. Díky takto vysoké hodnotě součinitele tření dochází ke zvýšení přenášeného výkonu a k silnému opotřebení protilehlé třecí plochy. Spékané obložení má vysokou hmotnost, tato skutečnost se projevuje na vysokém hmotnostním momentu setrvačnosti spojkového kotouče. Díky vysoké tepelné odolnosti může spékané obložení snést bez poškození teploty až do  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . [1]



Určující vlivy pro součinitele tření spojkového obložení a opotřebování jsou:

- doba namáhání
- struktura materiálu obložení
- přítlačný tlak
- rychlost skluzu
- materiál protilehlé třecí plochy

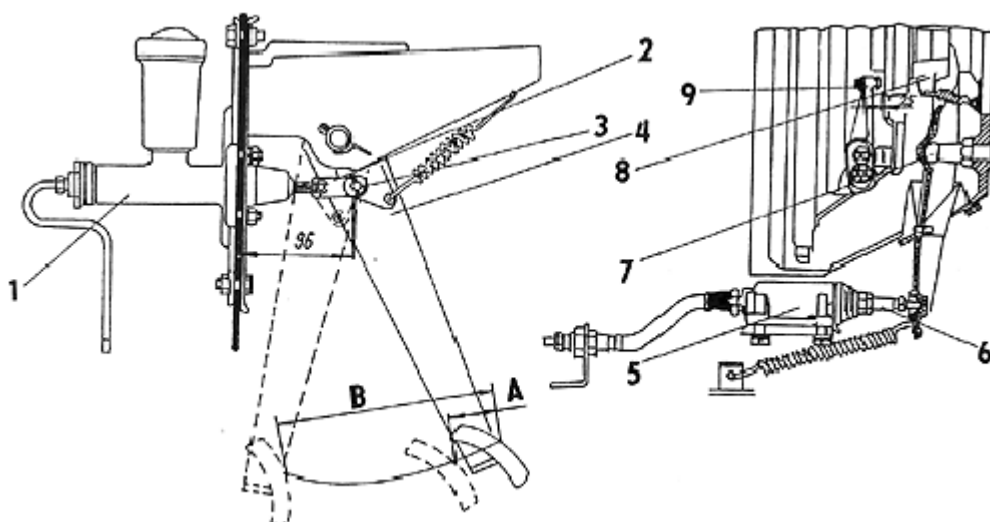
### 2.1.3 VYPÍNACÍ MECHANISMY

Vypínací ústrojí spojky může být dvojího typu:

- přímé
- nepřímé (Obr. 2.11)

Podstata přímého vypínacího mechanismu spočívala v pákovém převodu. Dnes se tento způsob řešení konstrukce příliš nepoužívá. Nepřímý mechanismus se ovládá pedálem, jenž má hydraulické ústrojí. Díky tomuto řešení se nezmenšuje síla potřebná na sešlápnutí spojkového pedálu a k rozpojení spojky dochází téměř okamžitě při sešlápnutí pedálu.

Celé ústrojí připomíná mechanismus jednookruhové kapalinové brzdy. Pedál, působící na ovládací válec (dnes společný pro brzdy i spojku) vytlačuje kapalinu z ovládacího válce přes potrubí a hadice do jednopístového pracovního válce. Hadicová nebo trubková vedení by měly mít co největší průměr. Píst ovládacího válce potom přes tlačítko ovládá vysouvací páku, která rozpojuje spojku.



Obr. 2.11 Ovládací zařízení spojky, konstrukce UAZ; 1-hlavní válec, 2-tlačná tyčka s vidlicí, 3-čep vidlice, 4-pedál spojky, 5-pracovní válec, 6-tlačná tyčka, 7-vypínací vidlice, 8- vypínací objímka s ložiskem, 9-vypínací páčka, A-35÷45mm, B-175mm [12]



Ve srovnání mechanického ovládání spojky a hydraulického vypínacího mechanismu je hydraulický způsob řešení mnohem komfortnější. Hlavní výhodou hydraulického systému je možnost spojení dvou od sebe vzdálených částí vypínacího mechanismu spojky (ovládání spojky + vypínání). Kmity mezi podvozkem a hnacím ústrojím nejsou přenášeny na vypínací systém. Další výhody hydraulického ovládání spojky jsou minimální údržba, dobrá účinnost a absence ztrát způsobených vůlí.

Rotující přitlačný kotouč spojky a vypínací mechanismus spojuje takzvané vypínací ložisko (Obr. 2.12). Aby bylo možno přenést sílu vypínacího mechanismu na rotující přitlačný kotouč, obsahuje vypínač kuličkové tlakové ložisko. Vypínací ložiska podléhají axiálnímu zatížení, ale používají se speciální axiálně radiální kuličkové ložiska. [1]



*Obr. 2.12 Vypínací ložisko, Sachs [13]*

V poslední době se také začala používat lisovaná vypínací ložiska. Tyto ložiska jsou levnější. Používají se také samostředící ložiska, které mají otáčející vnitřní kroužek a objímku, která má nepatrný radiální posuv. Nepatrný radiální posuv pomáhá vyrovnávat excentricitu mezi motorem a hnací hřídelí převodovky. Kroužek, který tlačí na membránovou pružinu, je proveden v ploché podobě.

Vývoj moderních automobilových konstrukcí v posledních letech vedl k použití nepřetržitě běžícímu vypínacímu ložisku. Tato konstrukce vede ke zvýšenému opotřebení konců membránových pružin způsobeného nepatrným posunem středu mezi převodovkou a motorem. Tento posun vyrovnávají a minimalizují také opotřebení pružin tzv. samocentrující vypínací ložiska. Ložiska jsou radiální a otočná až o 2,5 mm. [1]



*Obr. 2.13 Provedení spojky Sachs, typ: ZF Trading GmbH (Sachs), vpravo na obrázku je patrné vypínací ložisko [14]*

## 2.2 LAMELOVÉ SPOJKY

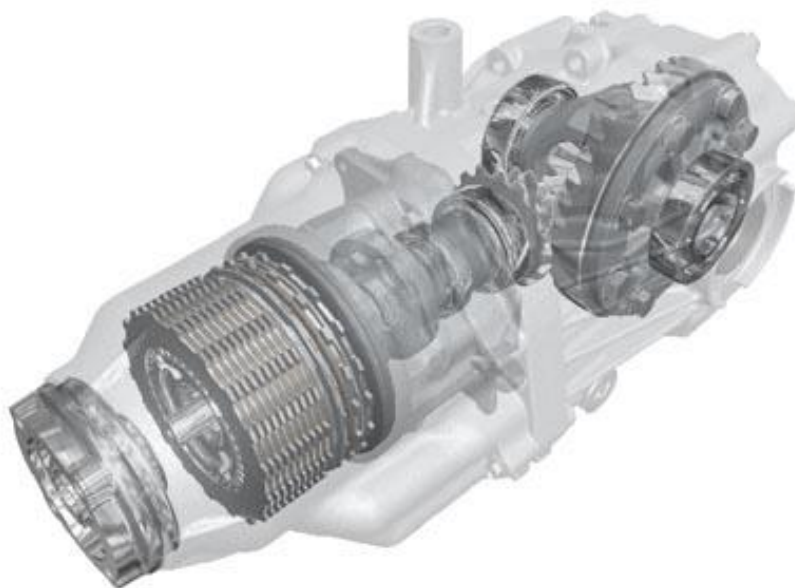
Lamelová spojka je složena z více třecích kotoučů. Tyto kotouče jsou velmi tenké, a proto se nazývají lamely. Díky lamelám je možné i přes malý průměr a třecí koeficient přenášet velké výkony. Další výhodou těchto spojek je i nízká hmotnost.

Hnací lamely mívají vnější ozubení, které zabraňuje jejich otáčení, a jsou uloženy proti otáčení ve skříni spojky. Naopak hnané lamely mají vnitřní ozubení, které zabraňuje otočení na náboji hnané hřídele. Oběma typům lamel je umožněn axiální posuv.

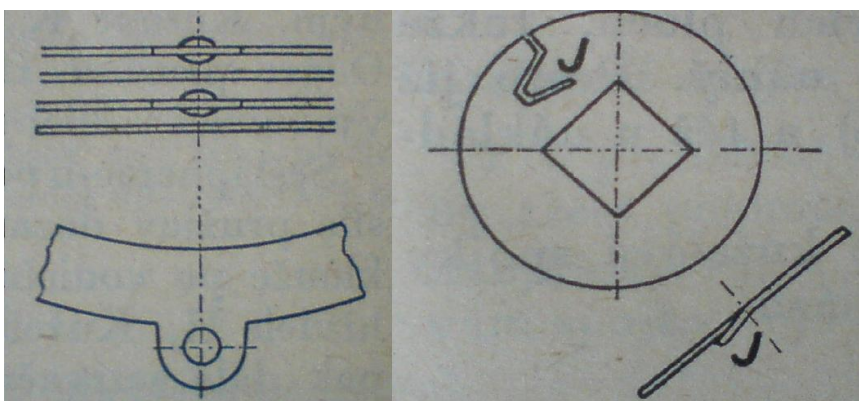
V konstrukci mokrých spojek se lamely točí v olejové lázni. Používá se olej s malou viskozitou. U polomokrých spojek jsou lamely mazány olejovou mlhou a nejsou ponořeny do oleje jako v případě mokrých spojek. Přítlačná síla, která zajišťuje stlačení lamel spojky, je způsobována buď jednou nebo více lačnými nebo tažnými pružinami. [1] Aby se lamely neslepovaly olejem, který tuhne v zimě, nebo postupem času houstne, používají se buď mírně vyhnuté jazýčky (Obr. 2.15), nebo přečnívající poloměr lamely. Každá druhá nebo čtvrtá hnaná lamela nese přínýťovanou hlavičku (Obr. 2.15). [16]

*„Jazýčky nebo hlavičky bývají rovnoměrně po obvodu a využívají pružnosti lamel k jejich oddálení, jakmile přestane působit pružina spojky.“ [16]*





*Obr. 2.14 Lamelová spojka, Honda CR-V [15]*



*Obr. 2.15 Vlevo - pérující hlavičky, vpravo - pérující jazýčky [16]*

Přenosu velkého výkonu, při konstantní přitlačné síle, lze dosáhnout buď zvětšením třecích ploch, nebo zvýšením přitlaku při konstantní ploše anebo použitím materiálů s větším koeficientem třecích ploch. Pokud je zvětšena třecí plocha dojde k zvýšení životnosti spojky, pokud ovšem použijeme druhé řešení, dojde ke zmenšení rozměrů. Poslední zde uvedený způsob řešení se dnes nepoužívá, neboť koeficienty třecích ploch dnešních materiálů jsou již na svých hraničních hodnotách. Pokud tedy potřebujeme spojku pro přenos vysokých krouticích momentů, použijeme lamelovou spojku. Vícelamelové spojky jsou ale dražší, proto je jejich použití omezeno na drahé supersporty anebo tam, kde už v konstrukci automobilu není dostatek místa pro použití klasické spojky a pro přenos extrémních výkonů. [17]

V automatických převodovkách jsou použity dvě nebo tři lamelové spojky, které slouží k řazení planetových převodů. Stlačení lamel je provedeno buďto pomocí hydraulického tlaku. Naopak vypnutí spojky je zajištěno pomocí membránové pružiny nebo pomocí několika vinutých pružin.



Jak lamelové spojky, nebo tak i lamelové brzdy se používají v automatických převodovkách. Mohou být použity také spojky bez otáčivého pohybu. V tomto případě se lamely vnitřního a vnějšího unášeče neotáčejí, ale jsou axiálně posuvné. Lamely, které jsou spojeny s vnějším unášečem, jsou axiálně posuvné. Taktéž jsou posuvné i lamely vnitřního unášeče, ale jsou ve vazbě s příslušným planetovým soukolím. Vždy mají jedny lamely obložení a druhé jsou pouze z ocelových kotoučů.

Lamely bez vnitřního a vnějšího obložení jsou použity v konstrukci samosvorných diferenciálů. U osobních automobilů s pohonem všech kol mají třecí spojky lamely s obložení. [1]



Obr. 2.16 Různé typy lamel [18]

## 2.3 AUTOMATICKÉ SPOJKY

Podstata automatických spojek spočívá v tom, že je řidič neovládá samostatným ovládacím mechanismem, ale tuto úlohu zajímá samočinný mechanismus. Samotné ovládání vozidla se proto zjednodušuje pouze na ovládání brzdového a plynového pedálu. Ovládání spojky je zpravidla odvozena od pohybu řadicí páky a akceleračního pedálu.[3]

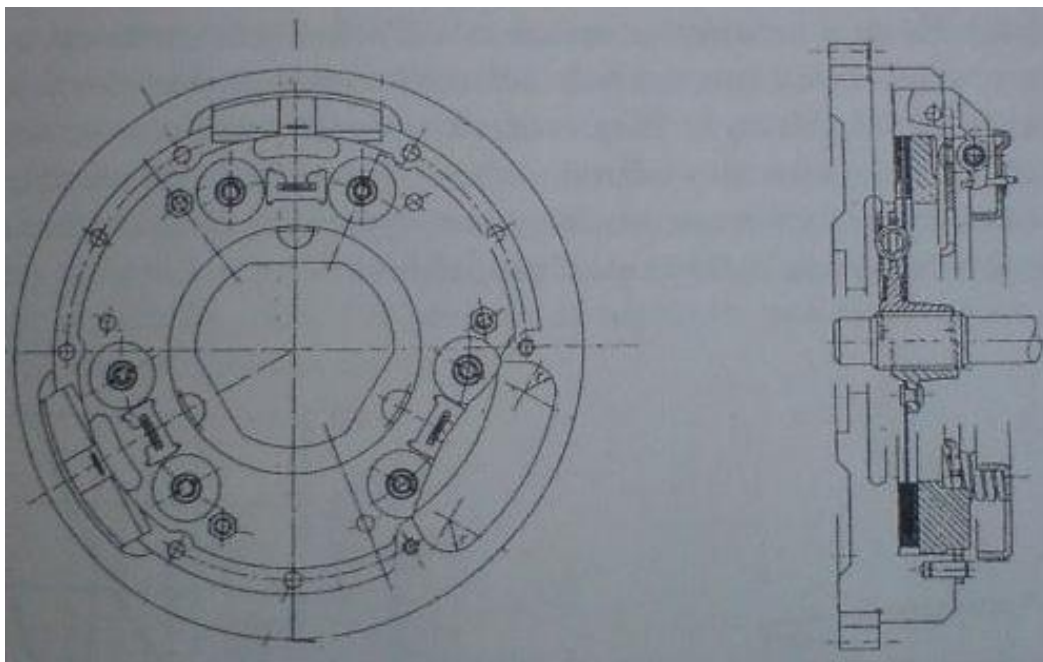
Konstrukci převodového ústrojí motorových vozidel jsou používány tyto druhy automatických spojek:

- odstředivé spojky
- hydrodynamické spojky
- elektromagneticky ovládané spojky
- elektromagnetické (práškové) spojky

Existují konstrukční provedení automatických spojek, která umožňují vypnutí automatického módu, a zapnutí mechanického ovládání spojky pomocí spojkového pedálu. V tomto případě je v kabině řidiče i spojkový pedál.

### 2.3.1 Odstředivé spojky

Tento typ spojek patří do skupiny automatických spojek, jak již bylo dříve nastíněno v rozdělení. Přítlačnou sílu vyvolává odstředivá síla od rotujícího závaží. Obvykle se v konstrukci spojek používají tři závaží. Na závažích jsou umístěny štíty spojky a celá tato sestava rotuje i s páčkami a tlačí na přítlačný kotouč spojky.[1]



Obr. 2.17 Schéma odstředivé spojky Fichtel + Sachs, konstrukční řada C [1]

Odstředivá spojka začne spínat zhruba při hodnotě  $1000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$  a při hodnotě  $1500 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$  je již zcela v záběru. Při vyšších hodnotách otáček již nevzniká žádný skluz spojky, ani při maximálním zatížení. Maximální přítlak spojky se dosahuje při otáčkách vyšších než  $2000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ . Při takto vysokých otáčkách dosednou čelisti do vybrání v setrvačniku. V této poloze závaží se dosahuje maximálního přítlaku odstředivé spojky. [1]

Aby bylo možné řadit rychlostní stupně je nutné rychlé vypnutí spojky. Než by u odstředivé spojky klesly otáčky a tím i odstředivá síla závaží, uběhla by velmi dlouhá doba. Tato doba se zkracuje použitím pomocného zařízení, posilovače, které je napojeno na sací potrubí motoru. Posilovač se nejčastěji ovládá elektricky a to při samotném pohybu řadicí páky, tudíž odpadá spojkový pedál a k ovládání vozidla postačí pouze dva pedály v kabině řidiče.

Při volnoběžných otáčkách působí na závaží poměrně malá odstředivá síla. Závaží jsou přitahována pomocí pružin k ose rotace tak, že se na doraz na vnitřním bubnu opírají raménka. Tím se uvolňuje přítlačný kotouč na stanovenou vůli a spojka se rozepíná. Působením přítlačných pružin seřizovacích šroubů se opěrný kotouč udržuje v základní poloze. Přítlačné pružiny se druhým koncem opírají o závěrný kotouč.





Obr. 2.18 Odstředivá spojka, Xray [19]

### 2.3.2 HYDRODYNAMICKÉ SPOJKY

Tento typ automatické spojky patří mezi nejčastěji používané v moderních automobilech. Hydrodynamická spojka je nejjednodušší hydrodynamické ústrojí, které slouží k přenosu točivého momentu. [3] Spojka využívá síly, které vznikají při rotaci kapaliny. Rotující kapalina působí proměnlivou silou na hnací a hnanou část spojky, které mají rozdílné otáčky. Dosáhne se tak rozdílného tlaku a přebytečná kinetická energie se odevzdá kapalině, která pohání hnanou část spojky. [7]

Starší konstrukce Hydrodynamické spojky byla spojována s velkými ztrátami, které vznikaly ve spojovacím potrubí. Na začátku 20. Století učinil konstruktér Hermann Föttinger konstrukční změny. Spojil čerpadlo s turbínou do jednoho tělesa spojky. Takto vzniklý hydrodynamický převod našel uplatnění v mnoha strojích. Hydrodynamický měnič momentu plní i funkci převodovky s měnitelným převodovým poměrem.

V konstrukci dnešních motorových vozidel se používá hydrodynamická spojka nejjednoduššího provedení, tzv. neregulační, ve které jsou umístěny radiální rovinné lopatky čerpadlového i turbínového kola (Obr. 2.19). Při přenosu točivého momentu dochází ke styku kovových částí pouze v ložiscích a ucpávkách, díky tomu nedochází k opotřebení a provoz spojky může být téměř bezúdržbový. [3]

Mechanismus hydrodynamické spojky je jednoduchý. Jakmile se zvýší otáčky klikové hřídele motoru, zvednou se i otáčky hnací hřídele spojky a spolu s ní i hnací části spojky. Vzrůstající odstředivá síla způsobí unášení hnací části spojky. Zrychlí se proudění oleje v hnací části. Olej je prudce vháněn z hnací do dosud stojící hnané části spojky, tak že ji uvede do provozu. S rostoucí odstředivou silou roste i stlačení oleje na obvodu. Odpor oleje proti dělení vzroste, a to tak, že bude větší než odpor hnané části proti otáčení. Převodový hřídel se dá proto do pohybu a vozidlo se rozejede. [16]



Obr. 2.19 Hydrodynamická spojka, ZF [20]

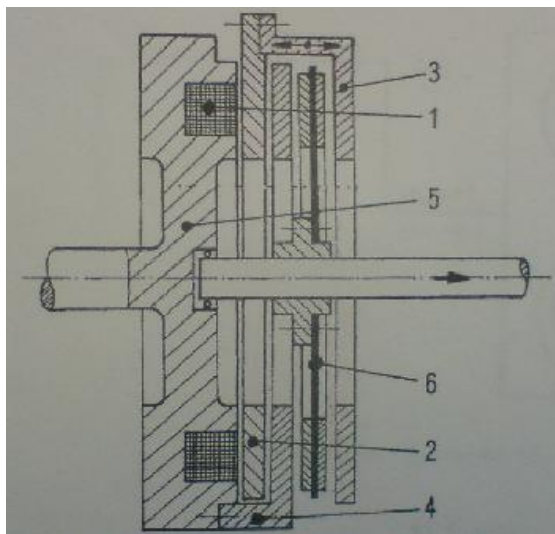
Použití Hydrodynamické spojky s sebou nese mnoho výhod. Mezi ně patří plynulý a měkký rozjezd vozidla a zabránění zhasnutí motoru při prudkém zvýšení jízdních odporů. Hydrodynamická spojka také velice dobře tlumí torzní kmity v převodových ústrojích. Maximální točivý moment lze také přizpůsobit změnou velikosti olejové náplně. Jednotlivé součásti nejsou namáhány na otěr a na spojku jsou kladeny minimální nároky na údržbu.

Mezi nevýhody Hydrodynamické spojky rozhodně patří vyšší cena. Dochází také k neustálému skluzu mezi hnanou a hnací částí, tudíž má hydrodynamická spojka nižší účinnost než spojka mechanická. Spojku nelze snadno rozpojit pro řazení rychlostních stupňů, proto se často kombinují s mechanickou spojkou (na Obr. 2.19 vlevo). Pro zajištění stojícího vozidla se konstrukce doplňuje o volnoběžku.

### 2.3.3 ELEKTROMAGNETICKÉ SPOJKY

Spojení hnací a hnané části tohoto typu spojek se dosahuje elektromagnetickým účinkem mezi nimi. Koncem 50. let 20. století se rozšířily dva typy spojek. Byly to třecí spojka s elektromagnetickým přitlakem a elektromagnetická prášková spojka. Elektromagnetické práškové spojky se v konstrukci dnešních automobilů nevyskytují, proto jim nebudu věnovat pozornost. Zaměřím se na třecí spojky s elektromagnetickým přitlakem.

Aby se dosáhlo ovládání vozidla pomocí dvou pedálů (plynový, brzdový), může být spínač elektrického proudu pro spojku umístěn v řadicí páce.



Obr. 2.20 Elektromagnetická spojka Ferlec, 1-elektromagnetická hlava, 2-kotvový kotouč, 3-přítlačný kotouč, 4-pevný kotouč, 5-setrvačnick, 6-třecí kotouč. [1]

Sběrací kroužek pro přívod proudu a sběrací kroužek pro zpětný tok na kostru jsou připevněny na přítlačném kotouči. Spojka se vypíná tlakem přítlačných pružin během nízkých otáček motoru nebo při zastaveném motoru. Při zvyšování otáček motoru pomocí akceleračního pedálu se zmenšuje regulační odpor a dynamo dodává větší proud a spojka se zapíná. Při řazení rychlostních stupňů se vysunutím řadicí páky zapíná okruh ovládacího elektromagnetu, kterým se vypne proudový okruh buzení elektromagnetu a spojka se vypne.[1]

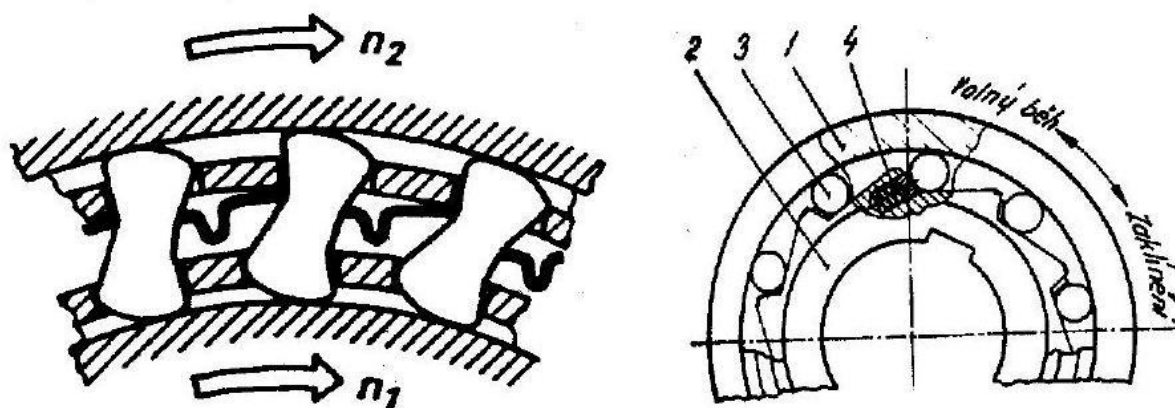
## 2.4 VOLNOBĚŽKY

Volnoběžka je typ spojky, která přenáší točivý moment pouze v jednom směru otáčení od hnacího na hnaný hřídel. S volnoběžkou se setkal jistě každý, kdo jel na jízdním kole. Volnoběžka je součástí konstrukce náboje zadního kola. Při šlapání je volnoběžka v záběru a tudíž je nám umožněno šlapat a pohánět vlastními silami jízdní kolo. Například při jízdě skopce přestaneme šlapat a volnoběžka se dostane ze záběru a umožní plynulou jízdu bez nutnosti šlapání. Nejčastější použití volnoběžek je pro krátkodobé a dočasné spojení dvou částí převodového ústrojí, například pro brzdění motorem.

Volnoběžka je složena z jádra a věnce, mezi něž se zaklíňují vzpěrné elementy, nejčastěji válečky nebo vzpěrná tělíska. Dle vzájemné polohy věnce a jádra dělíme (Obr. 2.21) volnoběžky na:

- volnoběžky se soustřednými drahami
- volnoběžky s excentrickými drahami

U volnoběžek se soustřednými drahami mají oběžné dráhy jádra i věnce válcový tvar. Vzpěrná tělíska jsou volně tvarovaná a umístěna v kleci, která zajišťuje udržení rovnoměrné vzdálenosti mezi každým vzpěrným tělískem. Výhodami jsou snadná výroba a možnost přenosu většího točivého momentu při menších rozměrech.



Obr. 2.21 Volnoběžka se soustřednými drahami (vlevo), volnoběžka s excentrickými drahami (vpravo); 1-věnc, 2-jádro, 3-vzpěrné válečky, 4-přítlačné pružiny. [3]

Volnoběžka se vzpěrnými válečky (Obr. 2.21) je jednoduchým příkladem volnoběžek s excentrickými drahami. Excentrické dráhy mohou být vytvořeny na jádře anebo na věnci, přičemž volba umístění excentrických je dána možnostmi konstrukce. Hnací část, v našem případě věnc, se otáčí ve směru hodinových ručiček. Díky tření se vzpěrné válečky zaklíní mezi věnc a jádro a to se začne otáčet spolu s věncem a volnoběžka je spojena. V případě kdy se jádro otáčí rychleji, než věnc dojde k posunutí válečků a volnoběžka se rozpojí.



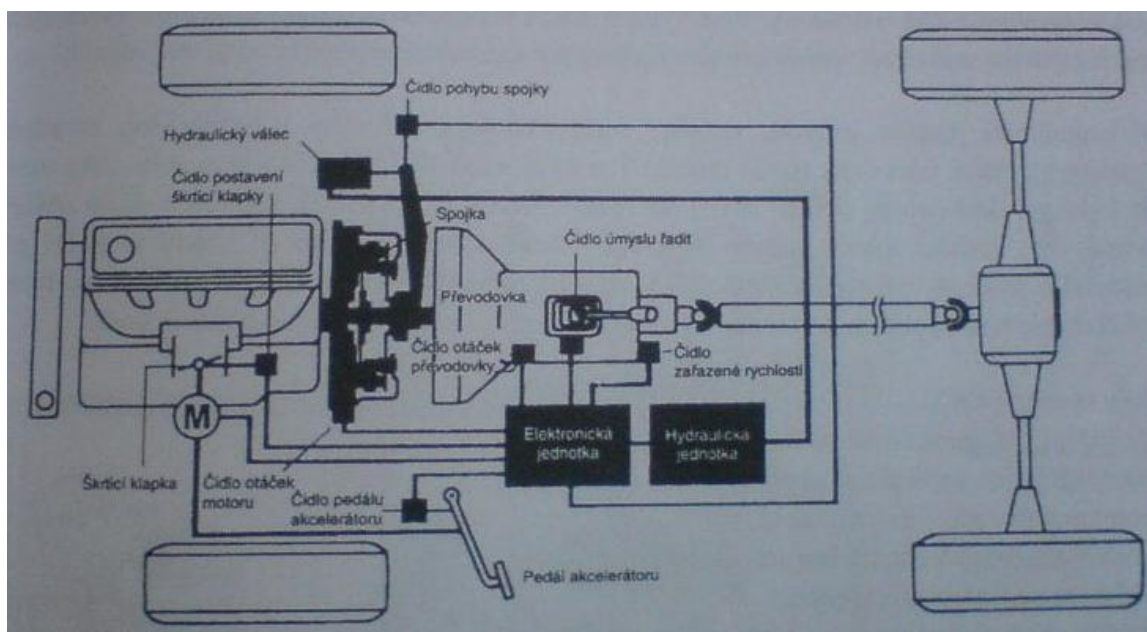
### 3 APLIKACE ELEKTRONIKY

Do chodu dnešních převodových ústrojí promlouvají více a více elektronické systémy. Stejně to je i u spojek. Pro zvyšování komfortu a kvality jízdy se snaží výrobci zavádět automatické převodovky spolu s automatickými spojkami. Do konstrukce převodových ústrojí lze zabudovat automatické spojky, jak jsem již dříve psal, anebo také mechanické spojky, o jejichž chod se starají elektronické systémy. Díky tomu odpadá z kabiny řidiče spojkový pedál a chod vozidla je zajišťován pouze dvěma pedály.

V mé práci se zmíním o elektronickém systému EKM a o systému VW Ecomatic.

#### 3.1 EKM

Elektronický spojkový systém EKM (Elektronisches Kupplungs Management) vyvinula společnost LuK (Lamellen und Kupplungsbau) sídlící v Německu. V případě EKM je ovládání spojky realizováno pomocí elektronické a hydraulické spojkové jednotky a tudíž se nepoužívá spojkový pedál.[1]



Obr. 3.1 Schéma elektronického spojkového systému EKM [1]

EKM funguje na principu sběru informací z čidel rozmístěných po vozidle a jejich následného zpracování v elektronické řídicí jednotce. Čidla získávají počty otáček z motoru, polohu škrtkové klapky a polohu akceleračního pedálu. Další čidla zasílají informace o zaplazeném rychlostním stupni, o úmyslu řadit a o pohybu spojky. Díky všem informacím získaným z čidel ovládá elektronická řídicí jednotka hydraulickou jednotku a pracovní spojkový válec.[1]

Rozjezd vozidla je tudíž obstaráván elektronickou řídicí jednotkou, která optimálně řídí celý mechanismus. Například při rozjezdu vozidla nastaví řídicí jednotka optimální počet otáček





motoru a zajistí sepnutí spojky. K zhasnutí motoru při rozjezdu nemůže dojít, protože zmenšení počtu otáček motoru zaznamenají čidla a to má za následek mírné rozepnutí spojky a zajištění mírného prokluzu.

EKM zajišťuje tedy bezproblémové rozjíždění a vyjíždění do kopce, řazení rychlostí bez použití spojkového pedálu, nemůže dojít ke škubání vozidla při rozjezdu nebo.

### 3.2 VW ECOMATIC

Tento systém vyvinula automobilka Volkswagen (VW). V průběhu času se tohoto systému chopily i jiné automobilky a vyvinuly si své vlastní, podobné systému Ecomatic. VW jej vyvíjí nadále, ale v dnešní době ho nazývá systém Start-Stop a vozy VW, které jej obsahují, se prodávají pod označení Bluetmotion. Jiné automobilky ho nazývají jiným způsobem, například automobilka KIA jej nazývá ISG (Idle Stop and Go).

Podstata toho systému spočívá ve vypnutí motoru při klidovém stání vozidla, například na křižovatce. Tento systém zde zmiňuji hlavně kvůli řešení samočinného vypínání spojky. O vypínání spojky se stará podtlaková soustava. Podtlak z této soustavy vytváří sílu, která zapříčiňuje vypínání a zapínání spojky. Podtlak vytváří vývěva, která je přímo napojena na spalovací motor. V případě poklesu podtlaku pod potřebnou úroveň, se při vypnutém motoru zapne elektromotor, který znovu vytvoří podtlak.

Celý vypínací mechanismus řídí elektronická řídicí jednotka, která zpracovává data i z jiných čidel, jako například polohu spojkového pedálu. Tento systém také přehlíží chyby řidiče a je schopen doporučit vhodný okamžik pro přerazení.

Pro tento systém vyvinula společnost Bosch nový startér, který nenamáhá při častém startování, které je potřebné při používání tohoto systému, baterii. Tento startér pracuje také tišeji než klasické startéry. Sepnutí startéru je většinou iniciováno sešlápnutím spojkového pedálu nebo, jako i v některých jiných případech, dvojitě sešlápnutím brzdového pedálu. [21],[22]



*Obr. 3.2 Startér systému Start-Stop, Bosh [23]*



## 4 MODERNÍ PROVEDENÍ SPOJEK

Úkolem mé práce je také se zabývat moderním provedením spojek a odhadnutím dalších konstrukčních směrů, kterými by se společnosti vyrábějící spojky mohly ubírat. Pozornost budu věnovat známým výrobcům, jako jsou například EXEDY a Sachs. Rád bych také poukázal na některé moderní konstrukční provedení převodovek využívající dvojici spojek pro rychlejší a plynulejší řazení, jako je například převodovka DSG.

V první části mé práce jsem již uváděl obrázky některých moderních provedení spojek, a proto se v další části budu věnovat jen ilustraci některých typů spojek již uvedených výrobců a popíšu, kterým směrem, dle mého názoru, se budou výrobci ubírat dále ve vývoji.

### 4.1 SPOJKY EXEDY

Společnost EXEDY je japonská společnost zabývající se výrobou spojek. Spojky tohoto výrobce používají nejvýznamnější světoví výrobci. Zabývají se výrobou třecích kotoučových spojek.



*Obr. 4.1 Spojka Hyper Carbon Série D-Core Twin, EXEDY [24]*

D-Core (zástupce na Obr. 4.1) je nová generace spojky od EXEDY. Cílem je dosažení pohodlného snadného ovládání. Třecí plocha této spojky je vytvořena z uhlíkových vláken. Spojka je postavena tak aby pohlcovala hluk a chvění vycházející z diferenciálu, motoru a převodovky. Je navržena tak aby pohlcovala „šokový krouticí moment“, který vzniká při rychlém řazení ve sportovních vozech. Použití velkého přitlačného kotouče snižuje sílu potřebnou na sešlápnutí pedálu. [24]

Spojky řady Hyper Carbon series (Obr. 4.2) byly původně používány ve vozech Formule 1. Společnost EXEDY ale vyvinula verzi i pro běžné motoristy, pro běžné pouliční použití. Nejtěžšími částmi spojky jsou kryt setrvačníku, talíře a spojky. Odlehčený setrvačnick této spojky umožňuje snížení hmotnosti celé spojky a to díky malému disku spojky (průměr 200 mm).



*Obr. 4.2 Spojka Hyper Carbon Single, EXEDY [24]*

Budoucí vývoj spojek EXEDY je zcela jasný. Používání moderních materiálů ve stavbě spojek, zmenšování rozměrů a snižování přenosu kmitů mezi převodovými ústrojími. Spojky EXEDY používají převážně asijské automobilky a to ve svých sportovních verzích.

## 4.2 SPOJKY SACHS

Společnost Sachs je německý výrobce spojek. Dodává spojky do spousty automobilek. Pro mě je zajímavý z toho důvodu, protože dodává spojky koncernu VW a tudíž i automobilce Škoda.

Rád bych se zmínil o planetárním setrvačnicku s dvojitou hmotou (DMF – Planetary Dual Mass Flywheel) (Obr. 4.3) od tohoto výrobce. Tento setrvačník umožňuje použití moderních a multifunkčních prvků i v nižší střední kategorii automobilů. [25]



*Obr. 4.3 Planetární setrvačník s dvojitou hmotou, Sachs [25]*



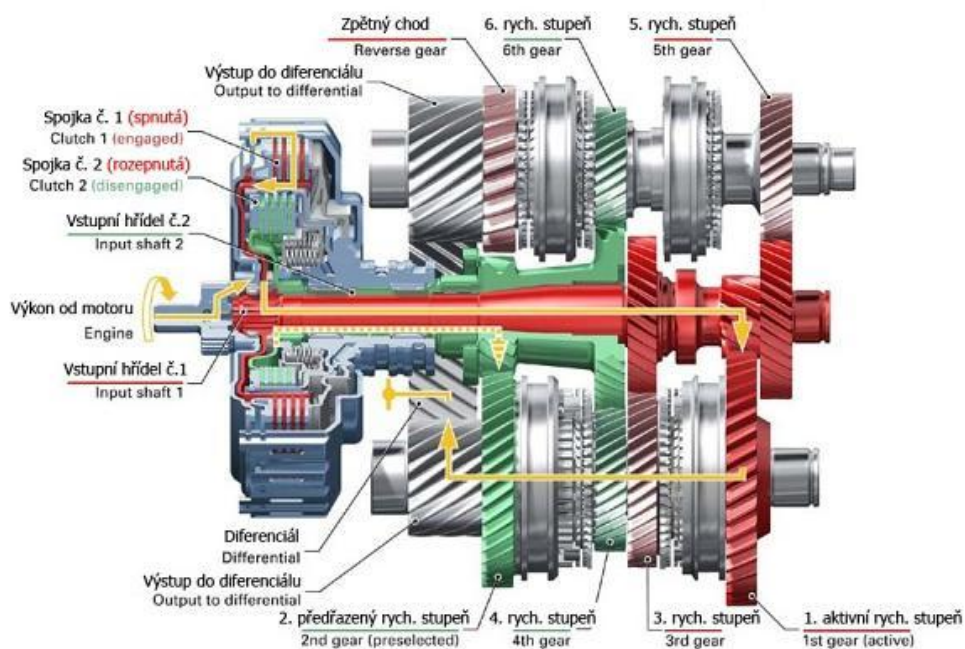


Problém, řešený společností Sachs, byly indukované otáčky motoru, které způsobovaly torzní kmity ve vozidle a jeho hnacím ústrojí. Docházelo k srovnání kmitů s vlastní frekvencí a následnému zvyšování amplitudy kmitů, a to do té míry, že mohlo dojít k poškození spojky. Proto Sachs vyvinul tento setrvačnick, jehož součástí jsou planetové převodovky a torzní tlumiče. Z tohoto důvodu je setrvačnick rozdělen na primární a sekundární část. [25]

Díky tomuto řešení je snížena spotřeba paliva, neboť jsou sníženy volnoběžné otáčky a vozidlo může být ovládáno z volnoběžných otáček rovnou do maximálních. Byla snížena také hladina zvuku vycházející ze spojky. Lepší řazení rychlostních stupňů umožňuje nižší hmotnostní moment setrvačnosti kotouče spojky bez torzních tlumičů. [25]

### 4.3 DSG

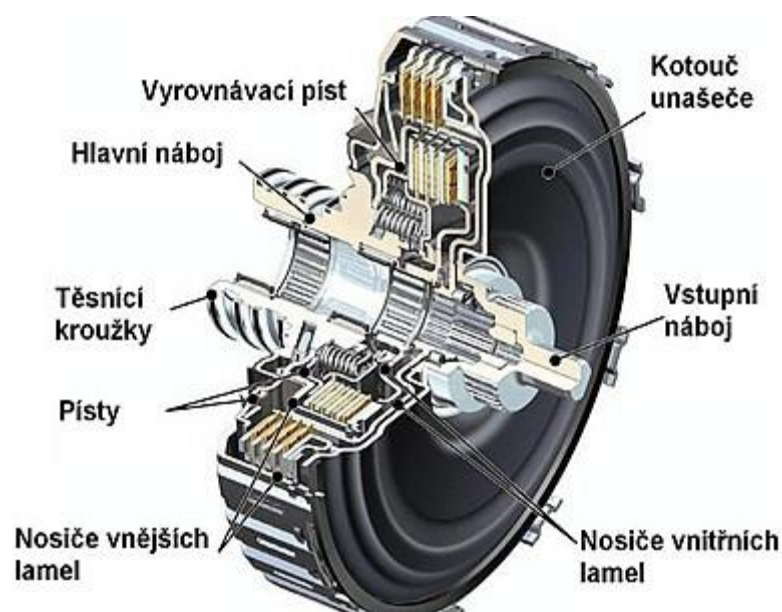
DSG znamená zkráceně Direct Shift Gear. Tato převodovka je unikátní tím, že používá pro řazení dvojici spojek. Převodovku DSG vyvinuli společně VW a BorgWarner a je určena pro příčnou zástavbu ve vozidle. Je schopna přenášet krouticí moment až 350Nm a její hmotnost je 90 kg i s olejovou náplní. [26]



Obr. 4.4 Schéma převodovky DSG [27]

Princip činnosti DSG spočívá ve dvojici spojek a řadicím mechanismu. Elektrohydraulický řídicí modul zajišťuje neustálé zařazení dvou rychlostních stupňů. Například při rozjezdu vozidla je zařazen první i druhý rychlostní stupeň a při sešlápnutí plynového pedálu je aktivována spojka pro první převodový stupeň. Ve chvíli, kdy chce řidič zařadit druhý rychlostní stupeň, dojde k vypnutí první spojky a zapnutí druhé spojky, pro kterou už byla přichystána převodovka se zařazeným druhým rychlostním stupněm a na první převodovce se zařadí třetí rychlostní stupeň. Výkon přenášený z motoru na kola se tudíž nepřerušuje. Celá tato operace se odehraje během 0,3 ÷ 0,4 s. [27]

Důležitou součástí této převodovky je lamelová spojka, kterou vyvíjela společnost BorgWarner. Spojka pracuje v olejové lázni, která má za úkol spojku chladit a mazat. Každá ze dvou lamelových spojek se stará o přenos výkonu na jednu převodovou hřídel, první spojka je určena pro 1., 3., 5. stupeň a zpětný chod a druhá spojka se tedy stará o řazení 2., 4. a 6. stupně. [27]



Obr. 4.5 Řez spojkou pro DSG [27]



## ZÁVĚR

Práce je zaměřena na spojky, které jsou nedílnou součástí převodového ústrojí a plní důležitou funkci v celém převodovém ústrojí.

Práci, zabývající se spojkami, jsem si vybral z mnoha důvodů. Hlavním důvodem, proč jsem si vybral toto téma, je můj zájem o samotné spojky. Jelikož jsem studentem netechnické střední školy, bylo pro mě psaní práce plné objevování nových a zajímavých informací.

Mou snahou bylo podat ucelené rozdělení spojek používaných v automobilovém a motocyklovém světě, ukázat jejich moderní provedení a poukázat na provedení některých částí spojek. V první části mé práce se zabývám tímto rozdělením a také se zmiňuji v textu o moderních provedeních jednotlivých spojek nebo jejich částí. Moderní provedení spojek poukazují také na ilustraci v textu, která je mnohdy vzata z dnešních spojkových systémů. V další části práce již uvádím příklady použití elektroniky v převodovém ústrojí a její vliv na funkci spojek anebo dokonce i na jejich použití a konstrukci. Samozřejmě se v této části práce nachází i příklady moderního provedení spojek nebo jejich částí od známých výrobců.

Dle mého názoru se mi podařilo obsáhnout zadání práce velice dobře. V práci se nachází pár pasáží, kterým bych rád věnoval více pozornosti, ale z důvodů neúplné znalosti problematiky (při psaní práce se má znalost problematiky zvyšovala) jsem se jim nemohl věnovat tak moc jak jsem předpokládal.

Co se týče zdrojů informací, byly pro mě stěžejní literární zdroje. Jelikož v dnešním „světě internetu“ si člověk nemůže být jistý pravostí a pravdivostí informací podávaných na mnoha serverech, bylo dle mého názoru nutné zakládat svou práci na literárních zdrojích a až posléze dohledávat doplňující informace na internetu. Hlavním literárním zdrojem byla pro mě publikace Převodová ústrojí motorových vozidel od profesora Františka Vlka.

Jelikož se dnes vyrábí stále více motorových vozidel, musí i zákonitě stoupat počet používaných vozidel, tudíž i lidí, kteří ovládají tato vozidla. Dle mého názoru se vývoj spojek bude ubírat směrem k automatickým provedením, aby byl zvyšován komfort jízdy. Samozřejmě ruku v ruce s tímto půjde i využívání nových materiálů a celkové zmenšování spojek. Naopak ve světě motorsportu se bude vývoj ubírat ve smyslu co možná nejvyššího přenosu točivého momentu ve spojkách, jejich zmenšování, tudíž i snižování hmotnosti, a v neposlední řadě bude důležitou roli hrát rychlost vypínání spojek.

Během psaní mé práce jsem si prohloubil znalosti v problematice spojek. Rád bych se této problematice věnoval i v mém dalším studiu a našel uplatnění v tomto oboru.



## POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] VLK, F. *Převodová ústrojí motorových vozidel*. Nakladatelství a vydavatelství vlk. První vydání, Brno, 2000. ISBN 80-238-5275-2.
- [2] KAPLAN, Zdeněk. *Převodná ústrojí* [online]. [cit 2011-03-30]. Studijní opory. Dostupný z: <[http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/html/motory\\_a\\_pohony/pdf/01%20Uvod.pdf](http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/html/motory_a_pohony/pdf/01%20Uvod.pdf)>
- [3] KAPLAN, Zdeněk. *Převodná ústrojí* [online]. [cit 2011-03-30]. Studijní opory. Dostupný z: <[http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/html/motory\\_a\\_pohony/pdf/02%20Spojky.pdf](http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/html/motory_a_pohony/pdf/02%20Spojky.pdf)>
- [4] Hilltop. *Services* [online]. 2009 [cit 2011-04-05]. Dostupný z: <<http://www.hilltopautoservice.net/under.php>>
- [5] A-ZOBCHOD. *T19/09 talířová pružina Simson*. [online]. 2011 [cit 2011-04-26]. Dostupný z: <<http://www.web-rychle.cz/a-zobchod/eshop/1-1-MOTO/121-4-T-19-Primarni-pohon-spojka/5/959-T19-09-talirova-pruzina-Simson>>
- [6] ŠKODA Techweb. *Spojka talířová* [online]. 1999 [cit 2011-04-26]. Dostupný z: <<http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=56>>
- [7] MAŠEK, Antonín; Němec, Adolf. *Spojky*. SNTL, První vydání, Praha, 1963.
- [8] BMW motorcycle clutch removal, inspection and repair. *BMW motorcycle clutch spring* [online]. 2006 [cit 2011 - 04 - 26]. Dostupný z: <<http://w6rec.com/duane/bmw/clutch/spring1.JPG>>
- [9] ZF, *Products & Services*, [online]. 2011 [cit 2011-04-26]. Dostupný z: <[http://www.zf.com/zfXmlServlet?resultUrl=/corporate/en/products/product\\_range/product\\_overview/ProductContentPage.jsp&sessionAttribute=xmlRoot&serviceUrl=http://appsprod01.zf.com/zf.productDataBase/service/applicationLayerSelect&applicationID=12288&applicationGroupID=&productTechnicID=12141&productFormID=316759&productTypeID=338083&languageISOCODE=EN&businessUnitShortcut=&divisionShortcut=#menuArea](http://www.zf.com/zfXmlServlet?resultUrl=/corporate/en/products/product_range/product_overview/ProductContentPage.jsp&sessionAttribute=xmlRoot&serviceUrl=http://appsprod01.zf.com/zf.productDataBase/service/applicationLayerSelect&applicationID=12288&applicationGroupID=&productTechnicID=12141&productFormID=316759&productTypeID=338083&languageISOCODE=EN&businessUnitShortcut=&divisionShortcut=#menuArea)>
- [10] Cosconline, *Product automobile*, [online]. 2011 [cit 2011-04-30]. Dostupný z: <<http://www.cosconline.com/showprod.php?productid=8988>>
- [11] Frenos Sauleda s. a., *Produkty*, [online]. 2011 [cit 2011-04-30]. Dostupný z: <<http://www.frenossauleda.cz/?scene=products>>
- [12] UAZ, *Konstrukce UAZ*, [online]. 2011 [cit 2011-04-30]. Dostupný z: <[http://www.uz.sk/konstrukce\\_prevodovka.php](http://www.uz.sk/konstrukce_prevodovka.php)>
- [13] Parts4you, *Ložiska spojky*, [online]. 2011 [cit 2011-04-30]. Dostupný z: <<http://parts4you.cz/loziska-spojky/2108-vysouvaci-spojko-kozisko-sachs-3151-000-388.html>>



- [14] Elit, *Sachs spojky*, [online]. 2008 [cit 2011-04-30]. Dostupný z: <[http://www.elit.cz/cz/sortiment-a-sluzby/nahradni-dily-pro-nakladni-vozy/motorove-dily-1/spojky-1/art\\_117/sachs-spojky.aspx](http://www.elit.cz/cz/sortiment-a-sluzby/nahradni-dily-pro-nakladni-vozy/motorove-dily-1/spojky-1/art_117/sachs-spojky.aspx)>
- [15] Autopressnews, *New Honda CR-V: Engines & transmissions*, [online]. 2006 [cit 2011-05-01]. Dostupný z: <[http://www.autopressnews.com/2006/m09/Honda/CR-V\\_SUV\\_engines.shtml](http://www.autopressnews.com/2006/m09/Honda/CR-V_SUV_engines.shtml)>
- [16] KOZÁK, Ferdinand. *Převody automobilu*. Státní pedagogické nakladatelství. První vydání, Praha, 1952.
- [17] ŠKODA techweb, *Převodná ústrojí 1*, [online]. 2004 [cit 2011-05-01]. Dostupný z: <<http://skoda.panda.cz/clanek.php3?id=435>>
- [18] Srujana Industrial Marketing Associates, *Clutch Plates*, [online]. 2010 [cit 2011-05-01]. Dostupný z: <<http://srujana.in/clutchesBreaks.html>>
- [19] Red RC, *Xray*, [online]. 2011 [cit 2011-05-01]. Dostupný z: <<http://www.redrc.net/2009/07/xray-high-dynamic-centrifugal-axial-clutch-set/>>
- [20] ZF, *Product and services*, [online]. 2011 [cit 2011-05-02]. Dostupný z: <[http://www.zf.com/corporate/en/products/product\\_range/cars/driveline\\_components/torque\\_converter/torque\\_converter.html](http://www.zf.com/corporate/en/products/product_range/cars/driveline_components/torque_converter/torque_converter.html)>
- [21] Autolexicon, *ISG*, [online]. 2011 [cit 2011-05-03]. Dostupný z: <<http://cs.autolexicon.net/articles/isg-idle-stop-and-go>>
- [22] Autolexicon, *Start-Stop*, [online]. 2011 [cit 2011-05-03]. Dostupný z: <<http://cs.autolexicon.net/articles/startstop>>
- [23] Bosh, *Startér pro osobní vozidla*, [online]. 2011 [cit 2011-05-03]. Dostupný z: <[http://rb-kwin.bosch.com/cz/cs/powerconsumptionemissions/electric\\_controls/starterforpassengercars/startstopstarter/index.html](http://rb-kwin.bosch.com/cz/cs/powerconsumptionemissions/electric_controls/starterforpassengercars/startstopstarter/index.html)>
- [24] EXEDY, *Sports clutch*, [online]. 2007 [cit 2011-05-03]. Dostupný z: <[http://www.exedy.co.uk/index.php?main\\_page=hyperseries&my\\_page=sports](http://www.exedy.co.uk/index.php?main_page=hyperseries&my_page=sports)>
- [25] ZF, *Product overview*, [online]. 2011 [cit 2011-05-03]. Dostupný z: <[http://www.zf.com/brands/content/en/sachs/products\\_sachs/clutches\\_sachs/dmf\\_sachs/dmf\\_SACHS.html](http://www.zf.com/brands/content/en/sachs/products_sachs/clutches_sachs/dmf_sachs/dmf_SACHS.html)>
- [26] Kaps Automatic, *Jak řadí převodovka DSG*, [online]. 2005 cit[2011-05-03] Dostupný z: <<http://www.kaps.cz/news-2006.html>>
- [27] Autolexicon, *Převodovka DSG*, [online]. 2011 [cit 2011-05-03]. Dostupný z: <<http://cs.autolexicon.net/articles/prevodovka-dsg>>



## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

DMF		Planetary Dual Mass Flywheel
DSG		Direct Shift Gear
EKM		Elektronisches kupplungs Managemet
ISG		Idle Stop and Go
K	[-]	bod sepnutí
Luk		Lamelen und Kupplungsbau
M <sub>m</sub>	[Nm]	točivý moment motoru
n <sub>K</sub>	[min <sup>-1</sup> ]	spínací otáčky
n <sub>m</sub>	[min <sup>-1</sup> ]	otáčky hnací části spojky
n <sub>v</sub>	[min <sup>-1</sup> ]	otáčky hnané části spojky
t <sub>K</sub>	[s]	doba prokluzu
t <sub>z</sub>	[s]	doba bez prokluzu
VW		Volkswagen